

# 浅谈低渗透油藏渗吸采油技术进展与展望

刘鹏飞 天津市大港油田采油三厂

**【摘要】**石油作为国家重要的战略资源,是确保国民经济稳定发展的重要保障。在新时期必须要高度重视低渗透油藏渗吸采油技术的深入研究,因为低渗透油藏的储层物性差,存在着孔喉细小、阻力增大、油层泥沙交互等多种不良影响,如果采用常规的开采技术很容易导致低渗透油藏的开采效率明显降低,本文对低渗透油藏渗吸采油技术进行深入地分析和探究,总结技术的要求和特点,为未来的低渗透油藏开采提供相应的展望。

**【关键词】**低渗透油藏;渗吸采油技术;展望

**【DOI】**10.12316/j.issn.1674-0831.2022.01.047

## 一、低渗透油藏的具体特点

### 1.油藏类型

低渗透储层的形成与成岩构造和沉积作用具有非常紧密的联系,不同的地质因素也会受到相应的控制效果,可以分为原生低渗透储层、次生低渗透储层以及裂缝性低渗透储层。在原生储层中整体的粒径更小、泥沙含量更高、岩石脆性较强,裂缝发育不完全,主要形成在冲积扇和三角中区域。次生低渗透储层受成岩作用的干扰,在经过长时间的机器压实、自身矿物充填胶结作用的影响下致使储存的孔隙率和渗透率明显降低,原生孔隙较少,产生大量的致密储存,我国几乎所有的含油平地都有明显的次生低渗透储层。

### 2.裂缝形状

低渗透储层在实际生成中受到外力作用的影响,容易出现发育裂缝,显著增加层间渗透率,提高了采收效果储存特点。低渗透油槽储层的物性较差,渗透率明显降低,孔道较小,胶结物分选差、含量高,经过压实或成岩作用的干扰使得储层变得十分致密。低渗透储存孔隙率比较低,原始含油饱和度非常高,原油的物性较好,含水饱和度仅为30%~40%,油层的非均质性非常严重,而且沉积环境也存在明显的不稳定问题,致使层间渗透率明显扩大,泥质含量更高。

### 3.地质特性

我国目前大部分的低渗透油槽主要以岩性油藏或构造岩性油藏为主,孔喉小、溶孔发育明显、类型单一。原生低渗透储层和次生低渗透储层发育明显,因为水进水退形成的储层垂直沉积规律造成不同的储存之间存在明显的物性差异,这也导致了层间内非物质明显增加。

## 二、存在的问题分析

目前大多数深层石油储量的丰度较低,除了渗透率

低之外,油库的利润率比较高,致使资金难以注入,导致开采效率下降。油库渗透率也会限制开采成功率,所以低注入油性质会存在明显的裂缝、造成复杂的环境变化,低注入油具有明显的流量阻力,目前并没有针对性的措施加以解决。所以要科学利用低等级石油储备,增强石油开采的整体效果。目前大部分的低渗透油藏存在着所得证据有较低的渗透率以及孔隙度,但不同的低渗透油藏油水分布、岩石分布不均匀、内部温度压力也各不相同,室内实验优化的渗析参数数据与不同的低渗透油藏适应性明显发生矛盾,油藏的具体环境条件缺乏足够的还原度,而且裂缝发育对渗吸采油的作用并不清晰,通过压降反应对裂缝发育类型分析等方式,能够对采油效果与裂缝发育程度进行定性比较,但是双重介质的系统渗吸并没有全面探究,对于信息采收率的主控影响因素,研究不够明确。在表面活性剂降低界面张力时也会导致孔隙毛细管张力明显下降,一味地追求过低界面张力,渗析采收率往往不升反降。目前必须要对最优信息参数进行保证,做到高效开发。目前国内开发低渗透油田的主要方法是向低渗透油田注水,不断提高注水间隔压力,油井内流体供给不足。随石油产量需求的增加,低渗透性油田在开采压力的条件下提高注水压力,提高注水与开采之间的压力差,增加产量的目的。这种方法虽然在一定程度上提高了油田的产量,但长期采用这种方法并不能改变油井产量下降的问题。在实际开采过程中,随着水压入压增加,地层压裂力增大,油田溢流现象日趋严重,也对油田的开采要求产生一定影响。在低渗透油田的开采中,为了缓解喷水压力增大而引起的最低破断力的增加,一般情况下,在喷水过程中所遇到的压裂条件会发生变化,最常用的方法大致可分为以下几种:第一,直接应对所有压裂的油井和水井;第

二, 油井压裂后, 应选择其他注水方式; 第三, 油井被压裂, 水井没有采用注水方法, 开采方式选择必须取决于场地的地质条件和开采计划。开发压裂技术实际上是以水力压裂为基础, 根据低渗透油气田的特性建立模型, 用计算机模拟开采。应用开发压裂技术可以收集低渗透油气田的油分数据, 也可以判断这个石油低渗透油气田的油分数据。从严格意义上讲, 压裂技术的发展并非适用于实际的采油工艺, 而是先决条件的开采技术, 科学、合理地利用这一技术, 能准确判断低渗透油田的实际状况。另外, 选择合适的采油工艺, 为低渗透油田的经济开发提供了新的方法和手段。整体优化压裂技术基于单井优化压裂技术的改进, 综合了系统工程和最优化理论。应用整体优化压裂技术时, 需要将油田整体作为研究单元, 以开发效果最大为目标, 考虑油田整体资料。在确定的测井模式下不同的压裂长度和电导率对油井的影响、储层动态特性、实际经济效益等, 然后选取最优的压裂尺寸和电导率。

在开发过程中, 将根据新的资料不断加以研究, 实际压裂技术将及时调整, 使低渗透性油田整体产量最大化。目前国内外对低渗透油田的全面优化研究一直在深入地研究, 使其应用成熟, 已在国内外广泛应用。低渗透性油田开发过程中, 压裂技术对油田造成巨大压裂, 显著缩短了油田开采寿命。随着对石油开发技术研究的不断深入, 许多低损伤或无损伤的水力压裂材料不断出现, 低损伤压裂技术是基于这些新材料开发的压裂工业集成技术, 长期应用于低渗透油田的刺激性和变质。主要通过压裂设计以及从压裂施工到压裂后管理等各个开采环节, 采用合适的压裂技术, 降低压裂技术对油田的影响, 分析了低损伤压裂技术的实质。水力压裂技术是开发低渗透性油田的主要工艺之一, 但在采用这种技术后, 油气井的水力压裂容易由于压力作用而失效, 在实际开采中要经常监测注入的水量, 还要防止水压对油井造成损害。

为保证矿山和石油开采的安全, 通常采用重复压裂技术对其进行保护, 常用的重复压裂技术有两种: 第一, 疏通、延伸原有裂缝。通过不断升高原始水压, 使形成裂缝的油层继续延伸, 或者在裂缝中加入大量的高砂, 以提高裂缝的导电性。但由于该方法不能准确地掌握水压升高和高砂量, 因而在实际开采中应用较少, 需要不间断地优化设计和添加量, 有效确保开采量; 第二, 堵老缝, 压新缝。由于堵孔剂堵塞了原有油层中的裂缝, 在别处产生新裂缝, 为解决旧裂缝电导率下降的

问题, 还能为横向油层提供通道。

### 三、油田采油工程技术的主要发展

#### 1. 微生物采油技术

在高科技快速发展的背景下, 微生物技术具有清洁无污染、低成本、效率高等诸多优势, 在石油开采中发挥着非常显著的优势。微生物能够有效降低粘稠度, 实现驱油清洁, 微生物的表现非常良好。但微生物技术在我国采油工程中应用还存在很多的问题, 例如优良菌种培育难度过高, 目前并无法大范围地推广与普及。

#### 2. 纳米技术

纳米技术在采油工程中尚处于初级阶段, 但具有非常强的优势, 包括纳米膜驱油技术, 能够在矿场试验中应用, 但未来具有非常明显的发展空间。

#### 3. 信息技术

在信息技术快速发展的背景下能够推动各行各业的转型升级, 对于采油工程也发挥了显著的作用。在石油开采中通过各种信息技术能够对相关的采油信息资料进行及时分析与汇总, 这些信息技术与石油开采之间具有非常密切的关联, 通过对多种技术有效结合能够深入分析石油项目的资源数据, 在此基础上对数据进行了综合判断, 提高信息处理的效果。

#### 4. 人工智能技术

人工智能技术也是信息技术的一种, 通过网络编程技术的全面发展, 能够按照预先设定的程序对相关信息进行处理, 能够有效解决井下人员无法进入的区域, 利用智能程序编写和远程计算机技术结合, 实现远程操作, 不仅可以提高远程采油的整体效率, 同时也能够保障了石油开采的安全性。

#### 5. 驱油技术

驱油技术是石油领域中最关键的技术, 可以有效调度人员, 确保开采方案更加高效, 成本收益明显提高。在很大程度上解决了石油化学物质的问题, 提高了石油开采的质量。

### 四、渗吸体系的研究现状

为了提高渗吸采油的滴油水界面张力和岩石的湿润性开发要求, 在地层水体系研究的基础之上要充分对表面活性剂作用机理进行探究, 形成表面活性剂。渗吸采油技术通过对储层孔隙之间建立相对良好的乳化体系, 提高了低渗透油藏开采的效果, 研究人员通过加入表面活性剂对渗透采油的具体影响因素进行系统分析, 利用悬滴法渗析实验方法和不同表面活性剂的体系进行系统化的研究, 根据最终的研究表明, 通过降低界面张力改

善湿润度，能够有效地开采低渗透油藏。混合表面活性剂降低界面张力和改善，湿润性的效果要普遍优于单一表面活性剂。周期注水技术能够通过岩石孔隙毛细管的作用力进行快速渗析，温井环节中注入渗析接续剂的乳化液，针对不同的低渗油藏能够对表面活性剂加以改良，探究渗析采收率的影响规律原油乳化能够提高采收率，但乳状液过于稳定也不利于渗吸采油复配体系的表面活性剂不稳定，导致乳液滴巨亏，剪切作用而形成细小油滴通过了孔喉形成了梁序，向井减少阻力。裂缝是油气渗透的重要通道，也是产生油气作用的关键区域，裂缝的系统是研究低渗透油层开发的重点因素，常规的注水开发，生产效率低，而且经济效益差，所以水区开发技术很难满足，低渗透油藏经济开发需要在新时期要不断调整开发思路，注意转型升级，提出低渗透油藏的关键性转变，为注水工程提供科学高效的驱替转变。在储存的裂缝系统连接能够对油藏小区块的储层全面构造，增加了储量的能动性。

### 五、渗透油藏未来的发展方向

在低渗透油藏储物层性质研究中，因为信息参数适应性不强、还原度不高等，所以要根据不同的低储存岩石成分、油水赋存进行分析，形成强效的渗吸速度压力。要优化信息参数模型，针对现场采油数据进行客观的分析与探究，利用数学方法对主控因素的权重比例进行充分组合，最终得出量化采油的计算结果，通过建立信息采油效果预测模板，根据渗析油层的实际条件进行判断，最终明确不同的湿润性渗透率和含油饱和度的影响因素，最大程度上提高对低渗透油藏储存的物性研究。根据泵机组负荷变化特性，调整上下行程的速度，实现了减损、改善平衡状态、降低起吊负荷、提高泵效率、提高出水量。在低渗透油藏注水采油中需要对注水设备的施工效率进行全面的提升，而离心泵是整个低渗透注水采油工程的必备设施，对离心泵的状态要加以保障，确保整个离心泵的应用效果得到有效提升。泵阀工作会直接影响整个注水工艺的采油效果，可以将往复泵和注水管线进行快速衔接，形成良好的注水工艺，并且对注水管线的参数进行全面计算，确保注水泵的整体效果达到预期。在抽取离心泵时需要尽量在不同直径的柱塞中进行合理统计对柱塞的压力，排量大小和柱塞的直径，三者之间的关系准确判断，寻找最优的系统解决措施。在注水输送过程中因为压力不同，所以系统的整体工作状态也会发生显著的差别。在对渗透油田注水施工中需要对内部的参数进行及时调节，保证参数设置科学

合理，提高低渗透油藏注水采油的整体使用质量。还要提高注水工艺，在实际操作中需要对往复泵和离心泵的运行状态进行合理调整，确保低渗透油藏开采的水平全面提高，在低渗透油藏开采中对油井的测试非常的关键，有关人员要科学掌握油井的具体应用情况，并采取恰当的措施进行处理，对油井测量技术进行全面改进，减轻测试人员的工作强度。在我国的油井技术快速发展的背景下，已经实现了自动测井技术，通过使用自动化设备可以对油井中的各种数据参数进行全面的搜集，帮助相关人员快速掌握油井内部的具体状况，并且还能够与计算机软件相结合，对采油工作环境实现仿真模拟，从而科学合理地制订注水开采计划，提高油田注水工作的开采水平。

由于机械采油方式的改变，导致采油效率低、不经济，因此，采油方式发生变化，以进一步降低能源消耗和开采成本。为了进一步降低机采能耗，从低产低效井治理的角度出发，通过对比举升参数优化、举升方式优化、举升制度优化及开采方式优化的探索，对柔性运行、过渡轮、换机型、转电潜柱塞泵、转长冲程抽油机、间歇采油、不停机间抽等优化方式进行了综合评价。通过优化评价管理及地表设备优化，可实现科学生产高含水油田，进一步节约能源，比较评价效益，总结出更为经济有效的治理方法。

### 六、结语

在低渗透油藏开采中为了提质增效，必须要加强对渗吸采油技术的深入探究，为我国石油开采事业的发展提供重要的保障，通过材料创新、油层创新、信息创新等多元创新，为石油开采提供了重要的技术支持。通过本文对油田开发利润水平不断下降之后的具体情况进行分析能够为油田开发企业的全面发展提供重要的参考依据增强石油开发的整体效果。

### 参考文献：

- [1]张安顺，杨正明，李晓山，等.低渗透油藏直井体积压裂改造效果评价方法[J].石油勘探与开发，2020，(2).409~415.
- [2]李乐，陈晨，陈威伟，等.超低渗透油藏高效稳产技术研究及应用[J].石油化工应用，2020，(7).66~67.
- [3]彭冲，王晓飞，付卜丹，等.渗吸驱油型清洁压裂液技术研究[J].石油化工应用，2020，(3).33~36.
- [4]羊勇，杨文飞，韩永泉，等.超低渗透油藏暂堵压裂技术与优化[J].石油化工应用，2019，(9).75~78.
- [5]郭冰柔，张悦，黄丹，等.低渗透油藏缝网压裂可行性和井网优化研究[J].石油化工应用，2019，(1).67.